



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 197 54 351 C 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 01 K 7/00
G 01 R 31/06
H 01 F 27/28

⑳ Aktenzeichen: 197 54 351.0-52
㉔ Anmeldetag: 8. 12. 97
㉕ Offenlegungstag: –
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 12. 8. 99

DE 197 54 351 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Maxon Motor GmbH, 81825 München, DE

⑦④ Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦② Erfinder:
Schwarzrock, Martin, 81829 München, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	37 36 303 C2
DD	1 44 310
US	25 75 922
EP	04 14 052 A1
EP	02 84 711 A2

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Temperatur einer Wicklung

⑤⑦ Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Messung der Temperatur einer Wicklung mit zugehöriger Induktivität und temperaturabhängiger Kapazität wird ein sich zeitlich änderndes Erregungssignal in die Wicklung eingekoppelt. Die Wicklung selbst ist mit einer Spannungsversorgung verbunden. Das Erregungssignal wird von einem mit der Wicklung verbundenen Frequenzgenerator erzeugt. Eine vom Erregungssignal verursachte Signalantwort wird als ein durch die Induktivität und zumindest die Kapazität der Wicklung bestimmtes Resonanzsignal mittels einer Auswerte- und Überwachungseinrichtung empfangen. Anschließend wird die Signalantwort hinsichtlich einer durch die Temperaturabhängigkeit der Kapazität versuchten Resonanzfrequenzverschiebung ausgewertet und aus dieser die Temperatur bestimmt. Mittels des Verfahrens und der Vorrichtung ist eine Messung der Temperatur der elektrischen Wicklung kostengünstig, mit geringem Aufwand und ohne zusätzliche Sensoren direkt mittels der Wicklung mit relativ hoher Genauigkeit möglich.

DE 197 54 351 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren einer Vorrichtung zur Messung der Temperatur einer elektrischen Wicklung mit zugehöriger Induktivität und temperaturabhängiger Kapazität. Die Wicklung ist mit einer Spannungsversorgung verbunden.

Eine solche elektrische Wicklung ist beispielsweise in einem Transformator, einem elektrischen Motor oder dergleichen enthalten. Bei übermäßiger Belastung einer solchen Wicklung besteht die Gefahr der Überhitzung, die zu irreversiblen Schäden der Wicklung oder zu dieser benachbarter Teile in beispielsweise Transformator oder elektrischem Motor führen kann. Deshalb wird in der Regel bei Überschreiten eines vorgegebenen Temperaturgrenzwertes der Wicklungsstrom abgeschaltet oder zumindest verringert.

Um die Temperatur der Wicklung zu messen und ein Überschreiten des Temperaturgrenzwertes feststellen zu können, sind verschiedene direkte oder indirekte Meßmethoden aus der Praxis bekannt. Beispielsweise können der Wicklung Wärmefühler, wie PCT oder NTC, Thermokontakte, Thermoschalter, Heizwiderstände oder dergleichen zugeordnet werden. Außerdem sind Modellrechnungen für Wicklungen bekannt, aus denen die jeweils in der Wicklung herrschende Temperatur theoretisch in Abhängigkeit von anderen Wicklungsparametern bestimmt wird.

Für all diese aus der Praxis bekannten Temperaturmessungen der elektrischen Wicklung ist der rechnerische oder technische Aufwand relativ hoch. Beispielsweise treten beim Einbau eines separaten Sensors zur Temperaturmessung entsprechende Kosten für den Sensor und die zugehörige elektrische Anschluß- und Auswertetechnik auf. Ein weiterer Nachteil bei den vorbekannten Verfahren und Vorrichtungen zur Temperaturmessung ist, daß diese entweder nur mit erheblichem Aufwand eine Temperaturmessung bei Betrieb oder Belastung der Wicklung ermöglichen oder aber eine Temperaturmessung nur während zumindest kurzzeitiger Betriebsunterbrechungen der Wicklung und ohne Belastung möglich ist.

Aus der US 2 575 922 ist die Anordnung eines temperaturabhängigen Kondensators in eine Wicklung einer sich drehenden Maschine bekannt. Dieser Kondensator weist ein Dielektrikum auf, dessen Eigenschaften sich in Abhängigkeit von der Temperatur ändern.

Die EP 0 414 052 A1 zeigt eine Temperaturmessung mittels einer niederfrequenten Spannung, die zur Netzspannung geometrisch addiert wird und mittels der der temperaturabhängige Widerstand einer Wicklung einer Maschine bestimmt wird.

Die EP 0 284 711 A2 befaßt sich mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor mit einer Messung des Wicklungswiderstandes, wenn sich die entsprechende Wicklung gerade im stromlosen Zustand befindet.

Ein weiterer bürstenloser Gleichstrommotor mit elektromechanischer Kommutierung ist in der DE 37 36 303 C2 beschrieben. Bei diesem wird in einem stromlosen Zeitintervall einer Wicklung eine Induktionsspannung gemessen und über die Temperaturabhängigkeit des magnetischen Flusses eine entsprechende Temperatur innerhalb des Motors bestimmt.

Die DD 144310 offenbart ein Thermoelement oder Thermistor zur Temperaturbestimmung in der elektrischen Maschine.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Temperatur einer elektrischen Wicklung dahingehend zu verbessern, daß die Messung kostengünstig, mit geringem Aufwand und ohne zusätzliche Sensoren direkt mittels der Wicklung mit relativ hoher Genauigkeit erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird verfahrensgemäß dadurch gelöst, daß ein sich zeitlich änderndes Erregungssignal in die Wicklung eingekoppelt wird; eine vom Erregungssignal verursachte Signalantwort als ein durch die Induktivität und zumindest die Kapazität der Wicklung bestimmtes Resonanzsignal empfangen wird; die Signalantwort hinsichtlich einer durch die Temperaturabhängigkeit der Kapazität verursachten Resonanzfrequenzverschiebung ausgewertet wird und aus der Resonanzfrequenzverschiebung die Temperatur bestimmt wird.

Vorrichtungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Frequenzgenerator mit der Wicklung zur Erzeugung eines sich zeitlich ändernden Erregungssignals verbunden ist und zum Empfang und zur Auswertung einer Signalantwort eine Auswerte- und Überwachungseinrichtung angeordnet ist, wobei die Signalantwort ein durch Induktivität und zumindest temperaturabhängige Kapazität der Wicklung bestimmtes Resonanzsignal mit temperaturabhängiger von der Auswerte- und Überwachungseinrichtung bestimmbarer Resonanzfrequenz ist.

Erfindungsgemäß wird folglich die Temperaturabhängigkeit der Kapazität der elektrischen Wicklung direkt ausgenutzt, um die Temperatur der Wicklung zu bestimmen. Die Kapazität ist über das Dielektrikum – im allgemeinen der Isolierlack –, d. h. die diesem zugeordnete Dielektrizitätskonstante temperaturabhängig. Der Temperaturgang dieser Dielektrizitätskonstanten wird erfindungsgemäß gemessen. Dazu wird das sich zeitlich ändernde Erregungssignal der Wicklung zugeführt und eine sich aufgrund der Induktivität und Kapazität der Wicklung aus dem zeitlich ändernden Erregungssignal ergebende Signalantwort empfangen und ausgewertet. Empfang und Auswertung erfolgen mittels der Auswerte- und Überwachungseinrichtung. Diese ermittelt beispielsweise bei einer Temperatur der Wicklung ein der Signalantwort entsprechendes Resonanzsignal und bestimmt die entsprechende Resonanzfrequenz. Bei einer Temperaturänderung der Wicklung ergibt sich aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten eine Änderung der Kapazität und damit der Resonanzfrequenz der Signalantwort bzw. des Resonanzsignals. Diese Resonanzfrequenzverschiebung wird ausgewertet und aus der Verschiebung die Temperaturänderung bzw. Temperatur bestimmt.

Eine entsprechende Einrichtung zur Erzeugung eines sich zeitlich ändernden Erregungssignals ist beispielsweise ein Frequenzgenerator, dessen Aufbau an sich bekannt ist, worauf hiermit verwiesen wird. Ebenfalls bekannt sind entsprechende Ausführungsbeispiele für eine Auswerte- und Überwachungseinrichtung, die eine sich zeitlich ändernde Signalantwort als Resonanzsignal empfangen und bezüglich einer Resonanzfrequenz auswerten kann. Ebenso ist an sich bekannt, wie eine Verschiebung der Resonanzfrequenz meßbar ist.

Um die Verschiebung des Resonanzsignals bzw. der Resonanzfrequenz bestimmen zu können, kann die Frequenz des vom Frequenzgenerator abgegebenen Erregungssignals geändert werden, wobei diese Änderung durch Steuerung des Frequenzgenerators durch die Auswerte- und Überwachungseinrichtung erfolgen kann.

Ein vom Frequenzgenerator abgegebenes Erregungssignal kann ein Strom- oder Spannungssignal sein. Die entsprechende zeitliche Änderung eines solchen Strom- oder Spannungssignals ergibt sich beispielsweise durch ein sich zeitlich aperiodisch änderndes oder periodisch änderndes Erregungssignal. Im aperiodischen Fall werden beispielsweise Signalimpulse und im periodischen Fall eine Sinusschwingung zur Erregung der Wicklung eingesetzt. Es ist ebenso möglich, gleichzeitig Mischformen aus Strom- und

Spannungssignalen zur Erregung der Wicklung als Erregungssignal einzusetzen, die aperiodisch und/oder periodisch sein können.

Die sich zeitlich ändernden Erregungssignale können direkt über vorhandene elektrische Zuleitungen der Wicklung zugeführt werden. Praktikabel ist eine Trennung des Erregersignals von dem Hauptstrom der Wicklung über eine Frequenzweiche. Denkbar ist jedoch auch eine Einkopplung des Erregersignals über kapazitiver oder magnetischer Einstrahlung. In jedem Fall wird beispielsweise ein aperiodisches Erregungssignal, wie ein Stromimpuls, eingekoppelt und die entsprechende aperiodische Signalantwort als Spannungsantwort erfaßt. Ebenso ist es möglich, daß beispielsweise bei periodischer Erregung durch eine Sinusspannung eine Auswertung der entsprechenden Stromantwort erfolgt. Entsprechende elektrische Wicklungen, an denen die Temperaturmessung erfindungsgemäß erfolgt, findet man beispielsweise in Transformatoren, Elektromotoren oder dergleichen. Dabei wird zumindest einer Wicklung von Transformator, Elektromotor oder dergleichen das Erregungssignal eingekoppelt. Eine weitere Anwendung der Erfindung ergibt sich für elektronisch kommutierte Gleichstrommotore, wobei in eine Wicklung dieser Motore das Erregungssignal eingekoppelt wird.

Die entsprechende Signalantwort kann ebenfalls der Wicklung entnommen werden, wobei erfindungsgemäß der Frequenzgenerator mit beiden Enden der Wicklung verbunden ist und die Kapazität durch ein die Wicklungsleitungen umgebendes Dielektrikum als Isolierung gebildet ist.

Ebenso ist es möglich, daß der Frequenzgenerator mit der elektrischen Wicklung und mit einem zumindest diese Wicklung umgebenden Wicklungsgehäuses verbunden ist. Dabei wird die Kapazität durch ein die Wicklungsleitungen umgebendes Dielektrikum und ein gegebenenfalls auf einer der Wicklung zuweisenden Gehäuseinnenseite aufgetragenes Dielektrikum sowie ein zwischen Wicklungsgehäuse und Wicklung angeordnetes Dielektrikum gebildet. Weitere Dielektrika zwischen Wicklung und Gehäuse kann Luft sein, welche nicht unbedingt Wicklungstemperatur annimmt. Luft als Dielektrikum beeinflusst den Meßeffect jedoch nicht, da seine Dielektrizitätskonstante kaum Temperaturgang hat.

Das die Wicklungsleitungen als Isolation umgebende Dielektrikum, insbesondere ein entsprechender Leitungslack, weist in der Regel stark temperaturabhängige dielektrische Eigenschaften auf. Weiterhin ändert sich die Temperatur im Dielektrikum praktisch ohne Zeitverzögerung im Vergleich zur Temperaturänderung in den Wicklungsleitungen, da die Wärmekapazität der Isolierung um mehrere Größenordnungen kleiner ist als die Wärmekapazität der Leitungen. Außerdem ist ein Wärmeübertragungswiderstand zwischen Isolierungen und Leitungen vernachlässigbar.

Um die Messung der Temperatur weiter zu erleichtern, kann dem Dielektrikum eine dielektrische Beimischung mit hoher Dielektrizitätskonstanten und/oder mit hoher Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten beigemischt sein. Solche Beimischungen können beispielsweise Ferroelektrika, wie Bleititanat, Bariumtitanat oder dergleichen sein.

Um das Resonanzsignal bzw. die Resonanzfrequenz in einfacher Weise bestimmen zu können, ist es von Vorteil, wenn die Auswerte- und Überwachungseinrichtung eine Strom- und/oder Spannungsamplituden-Meßeinrichtung zur Messung einer Strom- und/oder Spannungsamplitude der Signalantwort bzw. des Resonanzsignals aufweist. Die Verschiebung der so ermittelten Amplitude in Abhängigkeit von der Temperatur wird ermittelt und in einen entsprechenden Temperaturwert umgewandelt.

Um einen entsprechenden Amplitudenwert besser feststellen und seine Verschiebung in Abhängigkeit von der sich ändernden Temperatur verfolgen zu können, ist es weiterhin als günstig anzusehen, wenn die Auswerte- und Überwachungseinrichtung mit dem Frequenzgenerator zur Ermittlung einer frequenzabhängigen maximalen und/oder minimalen Strom- und/oder Spannungsamplitude verbunden ist. Auf diese Weise wird der Frequenzgenerator so gesteuert, daß er ein in seiner Frequenz langsam veränderbares Erregungssignal ausgibt und die Frequenz so lange geändert wird, bis eine maximale oder minimale Amplitude der Signalantwort bei der erregenden Frequenz vorliegt und die entsprechend maximale oder minimale Amplitude bei sich aufgrund der Temperaturabhängigkeit des Dielektrikums ändernden Resonanzfrequenz verfolgt wird.

Ist beispielsweise der Frequenzgenerator direkt mit beiden Enden der Wicklung verbunden, so ist es von Vorteil, wenn zwischen der Wicklung und deren Spannungsversorgung eine Blockiereinrichtung, insbesondere eine Spule, zur Blockierung des Erregungssignals verschaltet werden kann. Dadurch wird verhindert, daß der Frequenzgenerator über die Spannungsversorgung im wesentlichen kurzgeschlossen wird. Eine solche Blockiereinrichtung kann auch durch einen angepaßten Hochpaßfilter oder dergleichen gebildet sein.

Bei einem weiteren vorteilhafte Ausführungsbeispiel weist die Auswerte- und Überwachungseinrichtung verschiedene weitere Einrichtungen auf. Mittels einer Anzeigeeinrichtung können beispielsweise der ermittelte Temperaturwert oder ein sich zeitlich ändernder Temperaturgradient dargestellt werden. Auf diese Weise ist die absolute Temperatur der Wicklung bzw. die Änderungsrate der Temperatur anzeigbar. Außerdem kann durch die Anzeigeeinrichtung beispielsweise auch ein maximal zulässiger Temperaturwert angezeigt und mit dem augenblicklich vorliegenden Temperaturwert verglichen werden. Eine weitere Einrichtung ist eine Eicheinrichtung, durch die beispielsweise die erfindungsgemäße Vorrichtung zur absoluten Temperaturmessung bei unterschiedlichen Wicklungen geeicht werden kann. Weiterhin kann eine Signalisierereinrichtung vorgesehen sein, durch die optisch, akustisch oder elektrisch beispielsweise ein Überschreiten der maximal zulässigen Temperatur der Wicklung angezeigt wird. Diese Einrichtungen können sowohl einzeln als auch kombiniert angeordnet sein, wobei sie in der Auswerte- und Überwachungseinrichtung integriert oder separat von dieser ausgebildet sein können.

Gegebenenfalls können außerdem die elektrischen Leitungen zwischen Wicklung und Frequenzgenerator oder Auswerte- und Überwachungseinrichtung verdreht sein, um eine elektromagnetische Einkopplung in die Leitungen zu unterdrücken.

Es sei an dieser Stelle nochmals angemerkt, daß erfindungsgemäß eine Temperaturmessung von einer oder mehreren elektrischen Wicklungen in einfacher Weise und ohne Veränderungen oder zusätzliche Bauteile an den Wicklungen möglich ist. Weiterhin kann die Temperaturmessung während des Betriebs, der die Wicklungen enthaltenen Motore, Transformatoren oder dergleichen durchgeführt werden und die Messung ist unabhängig von der Belastung beispielsweise eines Elektromotors.

Im folgenden werden vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der in der Zeichnung beigefügten Figuren näher erläutert und beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein prinzipielles Schalt diagramm zur Temperaturmessung einer elektrischen Wicklung bei einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 ein prinzipielles Schalt diagramm zur Temperatur-

messung einer elektrischen Wicklung bei einem zweiten Ausführungsbeispiel und.

Fig. 3 einen Vertikalschnitt quer durch eine Wickel nach Fig. 1 oder 2.

Fig. 1 zeigt in prinzipieller Darstellung einen Schaltkreis gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

In dem Schaltkreis ist prinzipiell ein Frequenzgenerator 7 dargestellt, zu dem eine ebenfalls prinzipiell dargestellte Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 parallel geschaltet ist. Die Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 ist mittels einer Steuerleitung 13 mit dem Frequenzgenerator 7 zur Änderung einer Frequenz eines abgegebenen Erregungssignals verbunden.

Das vom Frequenzgenerator ausgegebene Erregungssignal wird über eine als Kondensator ausgebildete Einkoppeleinrichtung 8 einer elektrischen Wicklung 1 eingekoppelt. Diese bildet einen Teil insbesondere eines Elektromotors oder eines Transformators (nicht dargestellt). Der Frequenzgenerator 7 und die Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 sind mit Enden 9, 10 der Wicklung 1 verschalt. Weiterhin ist die Wicklung 1 mit einer Spannungs- oder Leistungsversorgung 6 verschaltet, durch die der eigentliche Betrieb des nicht dargestellten Transformators bzw. Elektromotors gewährleistet wird.

Um zu verhindern, daß das vom Frequenzgenerator 7 ausgegebene Erregungssignal der Spannungsversorgung 6 zuführbar ist, ist zwischen diesen eine Spule als Blockiereinrichtung 11 angeordnet.

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, wobei gleiche Teile durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten darin, daß, Frequenzgenerator 7 und Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 mit dem Ende 9 der Wicklung 1 und über einen Gehäuseanschluß 14 mit einem zumindest die Wicklung 1 umgebenden Wicklungsgehäuse 2 verbunden sind. Das andere Ende 10 der Wicklung 1 ist weiterhin mit der zugehörigen Spannungsversorgung 6 verschaltet.

Bei dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 wird durch die Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 eine Signalantwort auf das vom Frequenzgenerator 7 ausgegebenen Erregungssignal erfaßt. Die Frequenz dieser Signalantwort hängt bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 von der Induktivität der Wicklung 1 und deren Kapazität ab. Die Kapazität der Wicklung 1 ergibt sich durch ein die Wicklungsleitungen, siehe Fig. 3, umgebendes Dielektrikum 12 als Leitungsisolierung 3. Ein solches Dielektrikum ist beispielsweise ein auf die Wicklungsleitungen aufgetragener Lack.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ergibt sich die Kapazität außer durch die Kapazität der Wicklung 1 ebenfalls durch eine Kapazität zwischen Wicklung 1 und Wicklungsgehäuse 2.

Da beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 der Frequenzgenerator 7 nicht mit beiden Enden 9, 10 der Wicklung 1 verbunden ist, kann die Blockiereinrichtung 11 nach Fig. 1 entfallen.

In Fig. 3 ist ein Ausschnitt der Wicklung 1 vergrößert und in einem sich quer zur Wicklung erstreckenden Vertikalschnitt dargestellt. Die Wicklung 1 ist durch eine oder mehrere Wicklungsleitungen 4 gebildet, die von einem Lack als Isolierung 3 bzw. Dielektrikum 12 umgeben sind. Ein solcher Lack weist eine relativ stark temperaturabhängige Dielektrizitätskonstante auf. Dadurch ist die Kapazität der Wicklung 1 ebenfalls temperaturabhängig und somit die von der Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 empfangene Signalantwort. Von dieser Signalantwort wird eine minimale oder maximale Amplitude bei einer bestimmten Temperatur der Wicklung 1 erfaßt und dieser Amplitudenwert

bei Änderung der Wicklungstemperatur durch entsprechende Frequenzänderungen des Frequenzgenerator verfolgt. Aus der Änderung der Frequenz ergibt sich eine Resonanzfrequenzverschiebung, aus der die Temperaturänderung ermittelbar ist. Dabei kann die Auswerte- und Überwachungseinrichtung 5 die absolute Temperatur oder eine Temperaturänderung darstellen oder bei Überschreiten eines maximal zulässigen Temperaturwertes ein Warnsignal abgeben. Ebenso kann das Warnsignal dazu eingesetzt werden, den die Wicklung 1 enthaltenen Transformator oder Elektromotor auszuschalten oder zumindest den Wicklungsstrom zu vermindern.

In dem Isolator 3 bzw. Dielektrikum 12, siehe Fig. 3, kann eine Beimischung enthalten sein, die eine hohe Dielektrizitätskonstante bzw. eine hohe Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten aufweist. Mittels einer solchen Beimischung kann die Genauigkeit der Temperaturmessung gegebenenfalls erhöht werden.

Für ein Ausführungsbeispiel für eine Wicklung 1 mit bestimmten Charakteristika sind im folgenden einige Werte angegeben. Beispielsweise kann als Erregungssignal ein Sinusstrom von 3 mA mit einer Frequenz von 6 MHz der Wicklung 1 eingekoppelt werden. Die Frequenz ist durch die Auswerte- und Überwachungseinrichtung beispielsweise um etwa $\pm 20\%$ veränderbar. Aus der Signalantwort wird die maximale Spannungsamplitude bestimmt und durch Frequenzänderung die maximale Spannungsamplitude bei einer Temperaturänderung der Wicklung verfolgt. Bei einer getesteten Wicklung änderte sich beispielsweise die Mittenfrequenz der maximalen Spannungsamplitude um etwa 5 kHz pro Kelvin. Die maximale Spannungsamplitude selbst betrug etwa 0,3 V und die Bandbreite bei 90% betrug ca. 1 MHz.

Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß die oben genannten Werte nur exemplarisch sind und für einen bestimmten Wicklungstyp zur Temperaturmessung eingesetzt wurden. Bei anderen Wicklungen können andere Werte eingestellt und gemessen werden.

Es sei abschließend nochmals darauf hingewiesen, daß eine Temperaturmessung bei Betrieb und bei Belastung oder Belastungsänderungen bei einem Transformator oder elektrischem Motor entgegengesetzt zum bekannten Stand der Technik in einfacher Weise möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Temperatur einer Wicklung (1) mit zugehöriger Induktivität und temperaturabhängiger Kapazität, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

- i) Einkoppeln eines sich zeitlich ändernden Erregungssignals in die Wicklung (1);
- ii) Empfangen einer vom Erregungssignal verursachten Signalantwort als ein durch die Induktivität und zumindest die Kapazität der Wicklung (1) bestimmtes Resonanzsignal;
- iii) Auswerten der Signalantwort hinsichtlich einer durch die Temperaturabhängigkeit der Kapazität verursachten Resonanzfrequenzverschiebung und
- iv) Bestimmen der Temperatur aus der Resonanzfrequenzverschiebung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregungssignal sich zeitlich aperiodisch ändert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregungssignal sich zeitlich periodisch ändert.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Einkoppeln des Erregungssignals magnetisch oder kapazitiv erfolgt.
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strom- und/oder Spannungssignal als Erregungssignal eingekoppelt und ein Spannungs- und/oder Stromantwortsignal als Signalantwort ausgewertet wird.
6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregungssignal in eine Wicklung (1) eines Transformators eingekoppelt wird.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Erregungssignal in eine Wicklung (1) eines Elektromotors eingekoppelt wird.
8. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Signalantwort ein Ausgangssignal der Wicklung (1) und/oder eines zumindest die Wicklung (1) umgebenden und von dieser elektrisch isolierten Wicklungsgehäuses (2) empfangen wird.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des Resonanzsignals bei maximaler und/oder minimaler Amplitude der Signalantwort bestimmt wird.
10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Resonanzfrequenzverschiebung ein Temperaturmomentanwert und/oder ein Temperaturgradient bestimmt wird.
11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplitude der Signalantwort durch Steuern der Frequenz des Erregungssignals maximiert oder minimiert wird.
12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Isolierung (3) der die Wicklung (1) bildenden Wicklungsleitung (4) als Dielektrikum (12) die Wicklungskapazität bestimmt.
13. Verfahren nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, daß der Isolierung (3) wenigstens eine die Dielektrizitätskonstante und/oder die Temperaturabhängigkeit des Dielektrikums (12) erhöhende Substanz beigemischt wird.
14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten eines vorgegebenen Temperaturwertes eine Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) ein Signal ausgibt.
15. Vorrichtung zur Messung einer Temperatur einer Wicklung (1) mit einer Spannungsversorgung (6) für die Wicklung (1), gekennzeichnet durch einen mit der Wicklung (1) verbundenen Frequenzgenerator (7) zur Erzeugung eines sich zeitlich ändernden Erregungssignals und einer Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) zum Empfangen und Auswerten einer sich aus dem Erregungssignal ergebenden Signalantwort, wobei die Signalantwort ein durch Induktivität und zumindest temperaturabhängige Kapazität der Wicklung (1) bestimmtes Resonanzsignal mit temperaturabhängiger, von der Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) bestimmbarer Resonanzfrequenz ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator (7) von der Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) steuerbar ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator (7) ein Strom- und/oder Spannungsgenerator ist.
18. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche

- 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator (7) zur Herstellung von periodischen und/oder aperiodischen Erregungssignalen, insbesondere Strom- und/oder Spannungssignalen, ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Frequenzgenerator (7) und Wicklung (1) eine Einkoppel-einrichtung (8) verschaltet ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Einkoppeleinrichtung (8) ein Kondensator ist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Einkoppeleinrichtung (8) eine Spule ist.
22. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator (7) mit den beiden Enden (9, 10) der Wicklung (1) verbunden ist und die Kapazität der Wicklung (1) durch ein die die Wicklung (1) bildende Wicklungsleitungen (4) umgebendes Dielektrikum (12) als Isolierung (3) gebildet ist.
23. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzgenerator (7) mit der Wicklung (1) und einem zumindest die Wicklung (1) wenigstens teilweise umgebenden Gehäuse (2) verbunden ist und die Kapazität durch ein die die Wicklung (1) bildende Wicklungsleitungen (4) umgebendes Dielektrikum (12) als Isolierung (3) und gegebenenfalls durch ein auf einer der Wicklung zuweisenden Gehäuseinnenseite aufgetragenes zweites Dielektrikum sowie ein zwischen Wicklungsgehäuse (2) und Wicklung (1) angeordnetes drittes Dielektrikum gebildet ist.
24. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) eine Strom- und/oder Spannungsamplituden-Meßeinrichtung zur Messung einer Strom- und/oder Spannungsamplitude der Signalantwort aufweist.
25. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) mit dem Frequenzgenerator (7) zur Ermittlung einer frequenzabhängigen maximalen und/oder minimalen Strom- und/oder Spannungsamplitude verbunden ist.
26. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Wicklung (1) und der Spannungsversorgung (6) eine Blockiereinrichtung (11), insbesondere eine Spule, zur Blockierung des Erregungssignals verschaltet ist.
27. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsleitung (4) als Isolierung (3) umgebende Dielektrikum (12) ein Leitungslack ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitungslack eine Beimischung mit hoher Dielektrizitätskonstanten und/oder hoher Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten aufweist.
29. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Racheinrichtung und/oder eine Signalisierereinrichtung und/oder eine Signalausgabe-einrichtung aufweist.
30. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (1) eine Elektromotorwicklung ist.

31. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche 15 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (1) eine Wicklung eines elektronisch kommutierten Gleichstrommotors ist.

32. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (1) eine Transformatorwicklung ist. 5

33. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Leitungen zwischen Wicklung (1) und Frequenzgenerator (7) und/oder Auswerte- und Überwachungseinrichtung (5) verdrillt sind. 10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

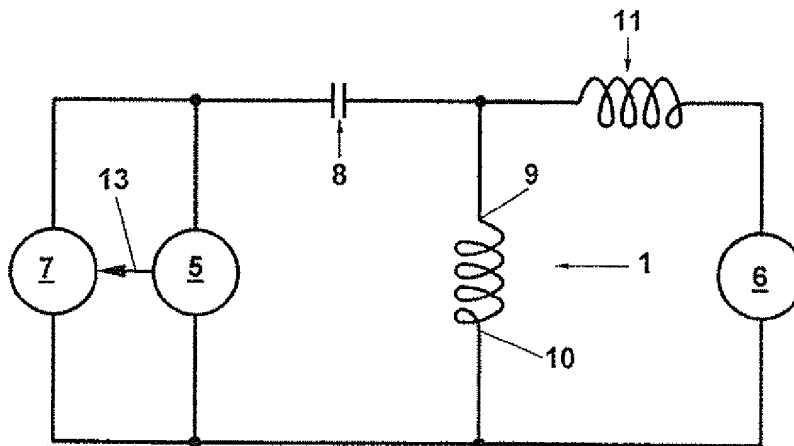


Fig. 1

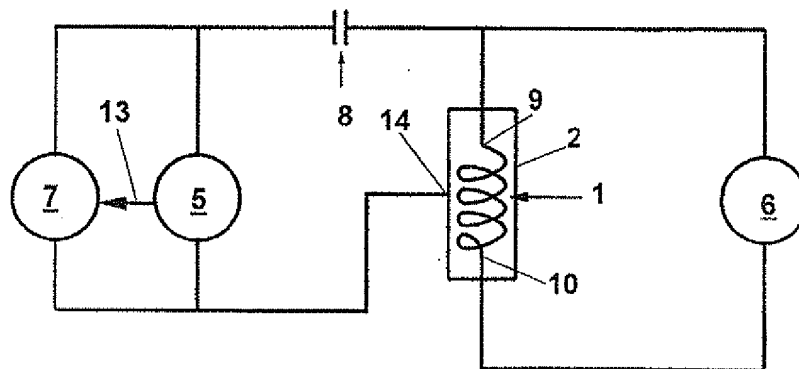


Fig. 2

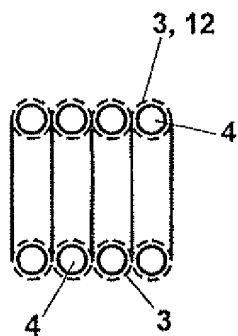


Fig. 3

DialogIP

Dialog eLink: [Order File History](#)

Number of Patents: 1 Number of Countries: 1 Number of Legal Status Entries: 4

Patent Basic (No,Kind,Date): DE 19754351 C1 19990812

Method of measuring the temp. of a coil with an associated inductance and temp. dependent capacitance (English)

Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Temperatur einer Wicklung (German)

Patent Assignee: MAXON MOTOR GMBH (DE)

Author (Inventor): SCHWARZROCK MARTIN (DE)

Record Type: Legal Status; Abstract; Cited Refs

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	
DE 19754351	C1	19990812	DE 19754351	A	19971208	199932	(B)

Priority Data

Application Number	Kind	Date
DE19754351	A	19971208

GERMANY, FEDERAL REPUBLIC (DE)

Germany, Federal Republic (DE) Patent(s):

Patent (Number,Kind,Date): DE 19754351 C1 19990812

Method of measuring the temp. of a coil with an associated inductance and temp. dependent capacitance (English) Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Temperatur einer Wicklung (German)

Patent Assignee: MAXON MOTOR GMBH (DE)

Author (Inventor): SCHWARZROCK MARTIN (DE)

Priority (Number,Kind,Date): DE 19754351 A 19971208

Applic (Number,Kind,Date): DE 19754351 A 19971208

Filing Details: Extended Kind(s): D1

ECLA: G01K-007/00; G01R-027/26; G01R-031/06

IPC + Level Value Position Status Version Action Source Office

v. 6 main: G01K-007/00

v. 6 : G01R-031/06

v. 6 : H01F-027/28

v. 8 adv : G01K-0007/00 A I R 20060101 20051008 M EP

v. 8 adv : G01R-0027/26 A I R 20060101 20051008 M EP

v. 8 adv : G01R-0031/06 A I R 20060101 20051008 M EP

v. 8 core: G01K-0007/00 C I R 20060101 20051008 M EP

v. 8 core: G01R-0027/26 C I R 20060101 20051008 M EP

v. 8 core: G01R-0031/02 C I R 20060101 20051008 M EP

Date of Availability: 19990812 Printed with grant

Language of Document: German

Update Week: Backfile (First Week Added: 199932)

Germany, Federal Republic (DE) Abstract(s):

DE 19754351 C1 19990812 (English)

The method involves coupling a time-varying stimulation signal into the coil (1), receiving a signal response originating from the stimulation signal as a resonance signal defined by the inductance and at least the coil capacitance, evaluating the signal response wrt. a resonant frequency shift caused by the temp. dependency of the capacitance and determining the temp. from the resonant frequency shift. An Independent claim is also included for an arrangement for measuring the temp. of a coil.

Germany, Federal Republic (DE) Legal Status

Number	Type	Date	Code	Text
DE 19754351	C1	19990812	DE D1	GRANT (NO UNEXAMINED APPLICATION PUBLISHED)
			(+)	PATENT LAW 81
				(PATENTERTEILUNG (KEINE OS) PATG. 81)
				Last Revised by EPO: 20030101
				Update Week: Backfile
DE 19754351	C1	19990812	DE	PUBLICATION OF THE EXAMINED APPLICATION
			8100	WITHOUT PUBLICATION OF UNEXAMINED
			(+)	APPLICATION
				(BEKANNTMACHUNG DER ERTEILUNG OHNE
				VORHERIGE OFFENLEGUNG)
				Last Revised by EPO: 20030101
				Update Week: Backfile
DE 19754351	C1	20000210	DE	NO OPPOSITION DURING TERM OF OPPOSITION
			8364	(EINSPRUCHSFRIST ABGELAUFEN OHNE DASS
			(+)	EINSPRUCH ERHOBEN WURDE)
				Last Revised by EPO: 20030101
				Update Week: Backfile
DE 19754351	C1	20031009	DE	CEASED/NON-PAYMENT OF THE ANNUAL FEE
			8339 (-)	(WEGEN NICHTZ. D. JAHRESGEB. ERLOSCHEN)
				Last Revised by EPO: 20031009
				Update Week: Backfile

Germany, Federal Republic (DE) Cited Reference(s):

DE 19754351 C1 19990812 CITED PATENTS:

SEA DE 3736303 C2 19920402

SEA DD 144310 A

SEA US 2575922 A 19511120

SEA EP 414052 A1 19910227

SEA EP 284711 A2 19881005

INPADOC/Family and Legal Status

© 2008 European Patent Office. All rights reserved.

Dialog® File Number 345 Accession Number 40050595

INPADOC Family ID: 10050596